

Caractéristiques électriques des cellules et modules PV

BE Alliance Soleil

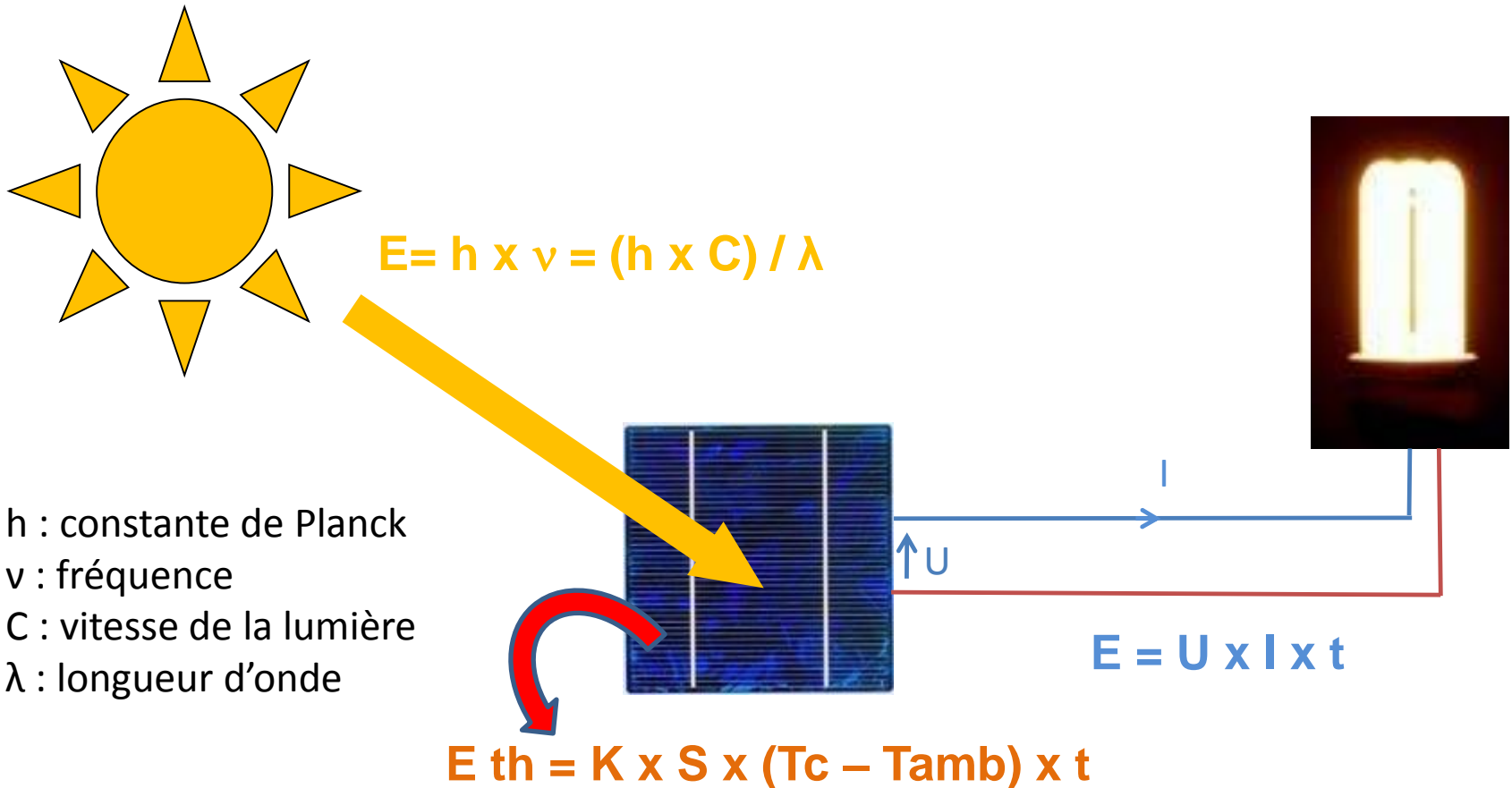
The logo consists of a dark blue vertical rectangle on the left and a larger yellow rectangle on the right. The text "ALLIANCE SOLEIL" is written in dark blue capital letters on the yellow background.

ALLIANCE SOLEIL

Caractéristiques des cellules et modules PV

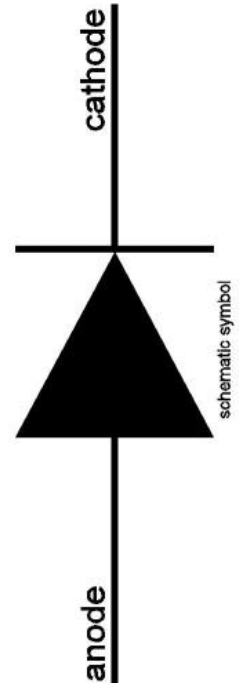
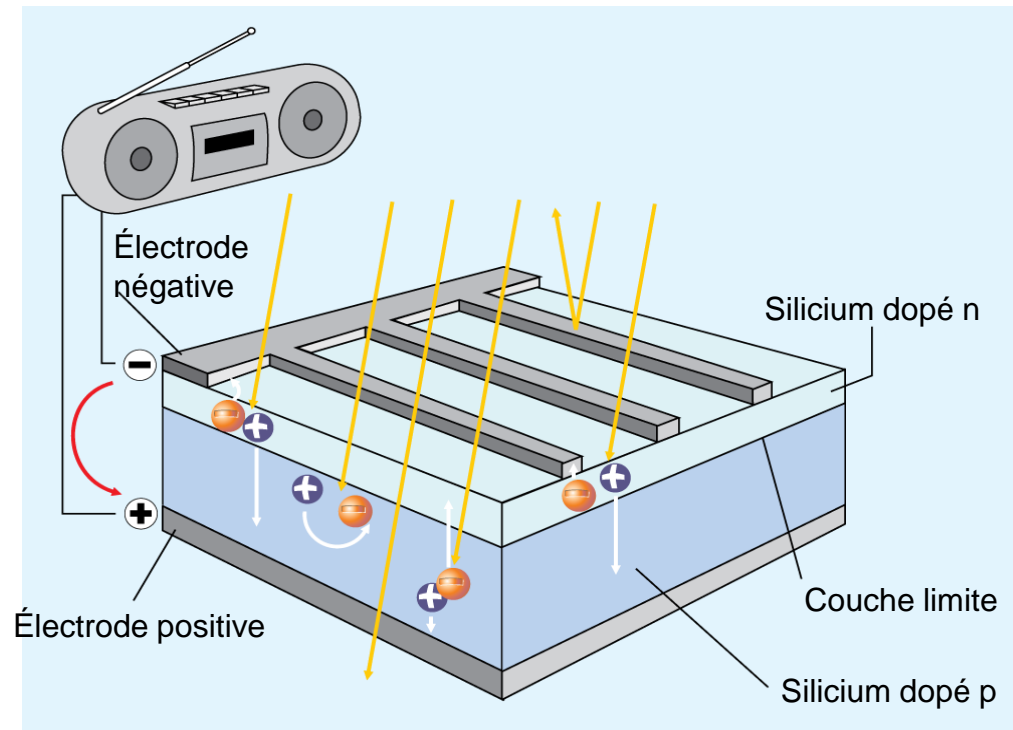
Caractéristiques électriques – effet photovoltaïque : Energie du rayonnement

Transformation directe de la lumière en électricité



Caractéristiques des cellules et modules PV

Caractéristiques électriques – analogie diode



Caractéristiques des cellules et modules PV

Caractéristiques physiques : Principales dimensions standards

Cellule monocristalline 5" / 6"

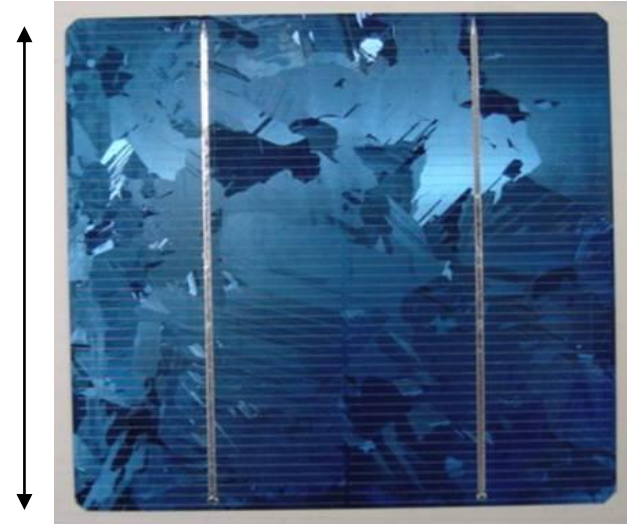


125,5 mm
155,5 mm



125,5 mm Jusqu'à **2.8 W**
155,5 mm Jusqu'à **5 W**

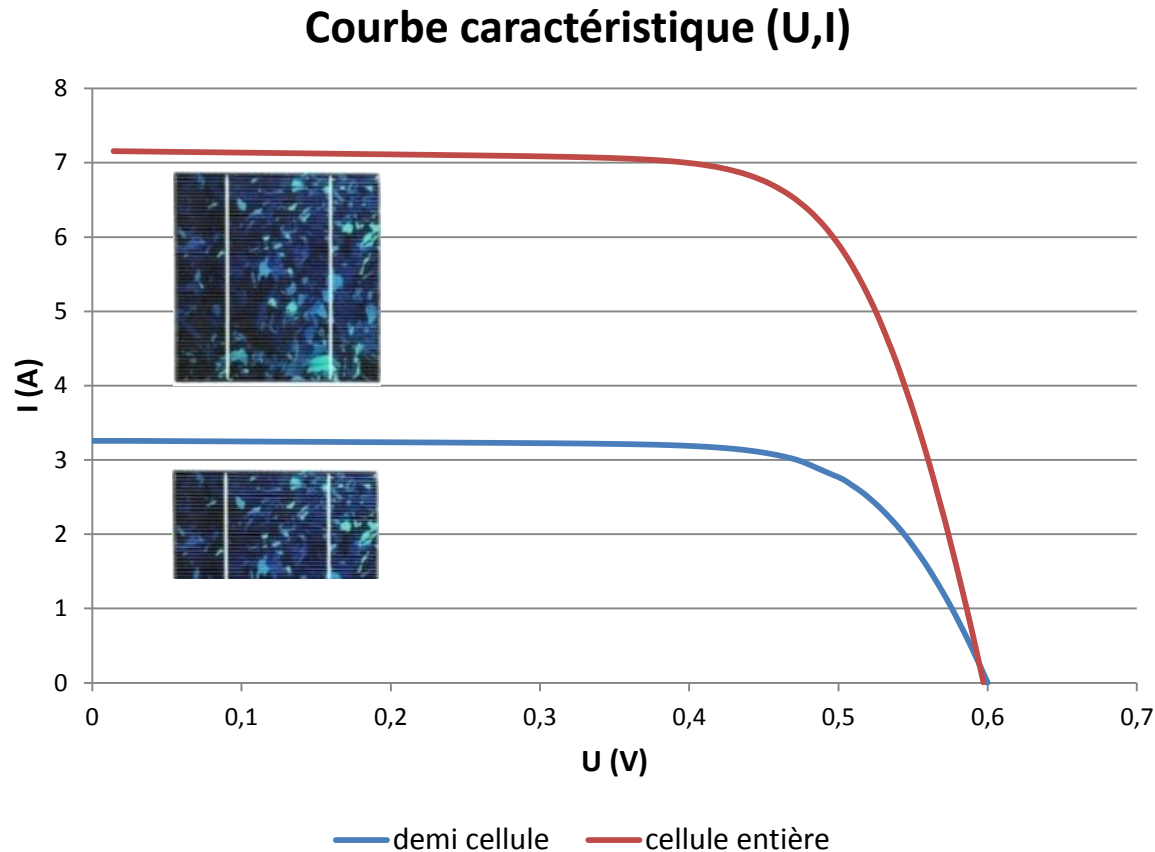
Cellule multicristalline 5" / 6"



125,5 mm Jusqu'à **2.6 W**
155,5 mm Jusqu'à **4.5 W**

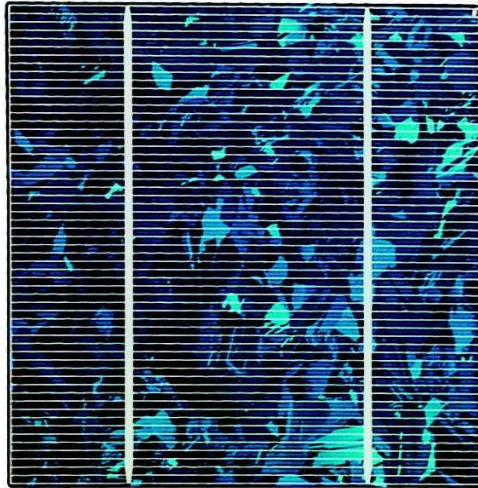
Caractéristiques des cellules et modules PV

Caractéristiques physiques : Taille des cellules

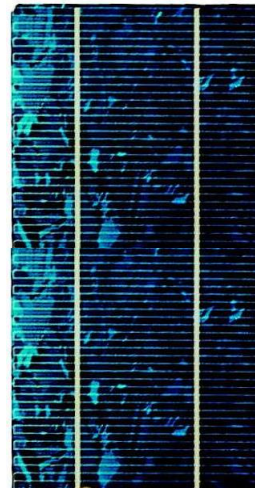


Caractéristiques des cellules et modules PV

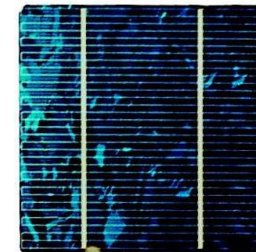
Caractéristiques physiques : Taille des cellules



101 x 101



101 x 50,5

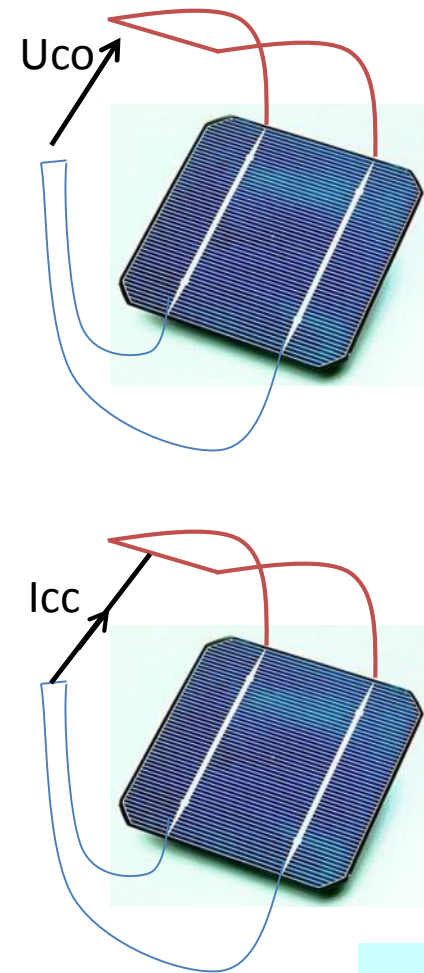


50,5 x 50,5

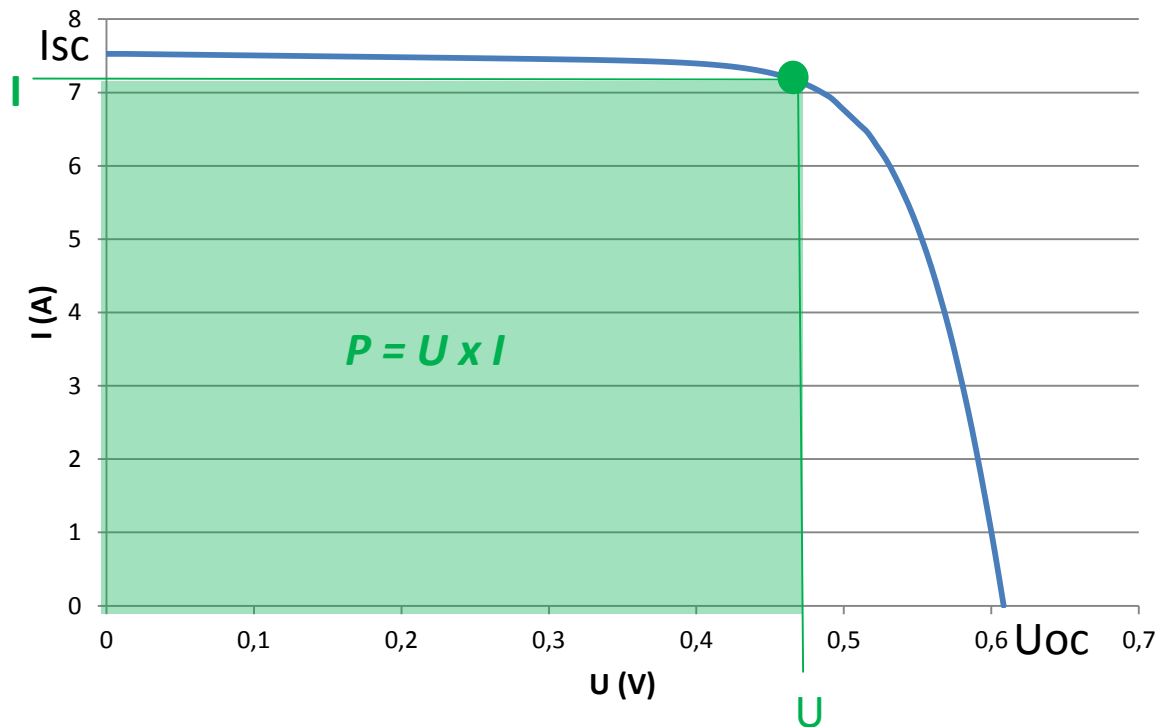
Performance à 1 kW/m ² et 25°C Valeurs typiques, cellule nue			Cellule	½ cellule	¼ cellule
Tension circuit ouvert	V _{oc}	(V)	0,6	0,6	0,6
Courant de court-circuit	I _{sc}	(A)	3	1,5	0,75
Puissance Max. (env. 10%)	P _{mpp}	(W)	1,3	0,65	0,32
Tension à puissance Max	V _{mpp}	(V)	0,47	0,47	0,47
Courant à puissance Max	I _{mpp}	(A)	2,7	1,36	0,68

Caractéristiques des cellules et modules PV

Courbes de puissance



Caractéristique d'une cellule
6 pouces

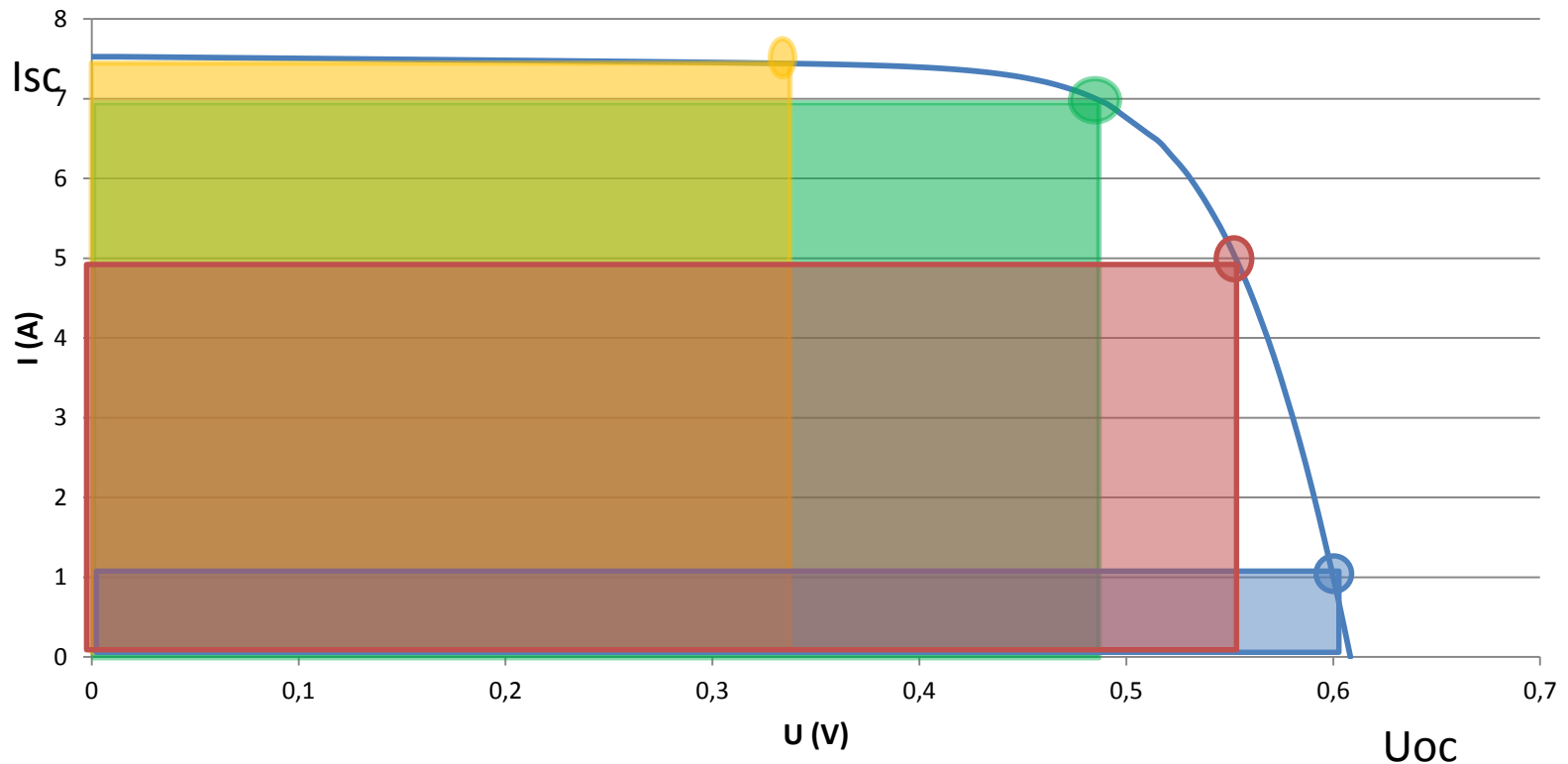


Eclairement 1000 W/m², spectre AM 1,5, T° cellule 25°C

Caractéristiques des cellules et modules PV

Courbes de puissance

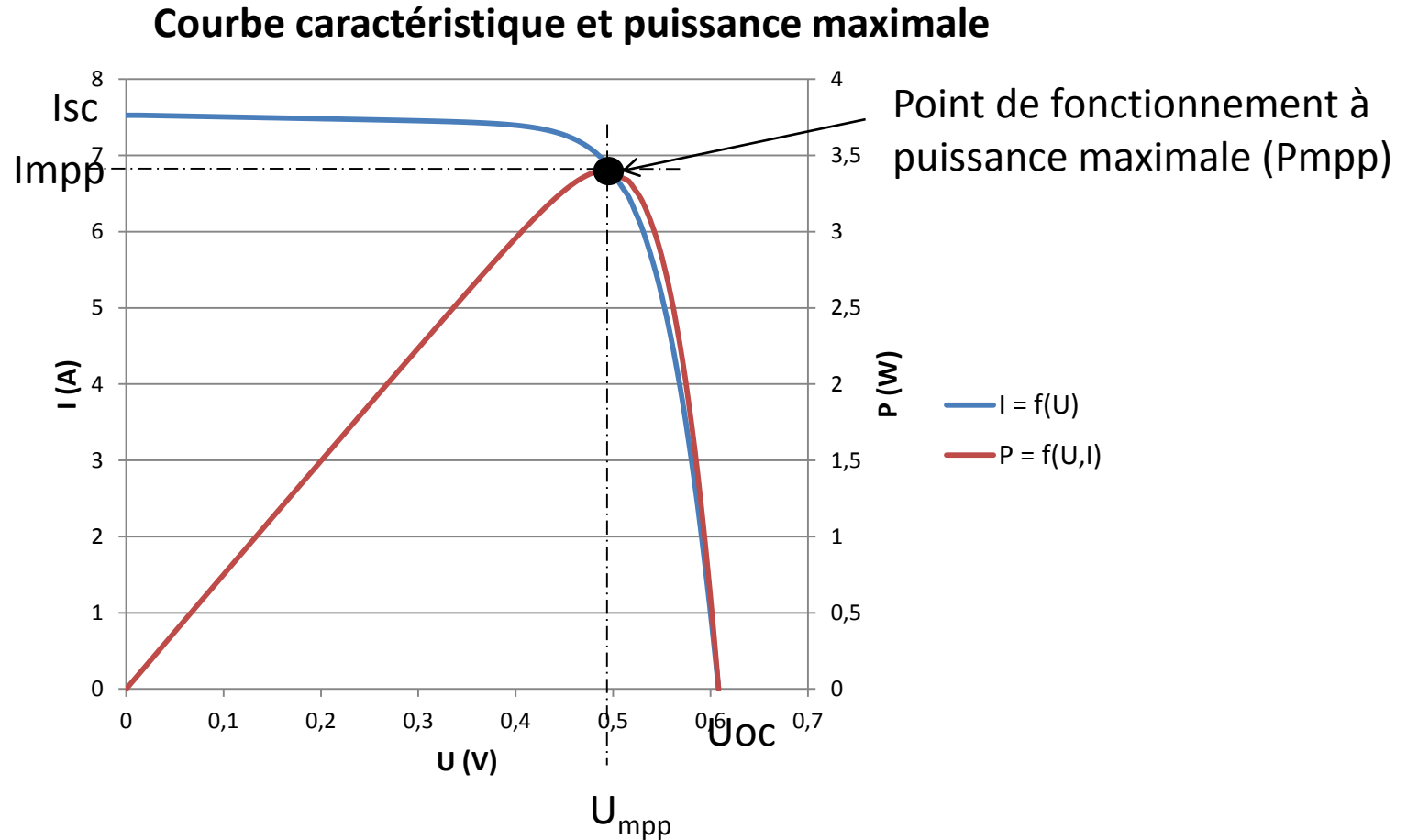
Caractéristique d'une cellule 6 pouces



Eclairement 1000 W/m^2 , spectre AM 1,5, T° cellule 25°C

Caractéristiques des cellules et modules PV

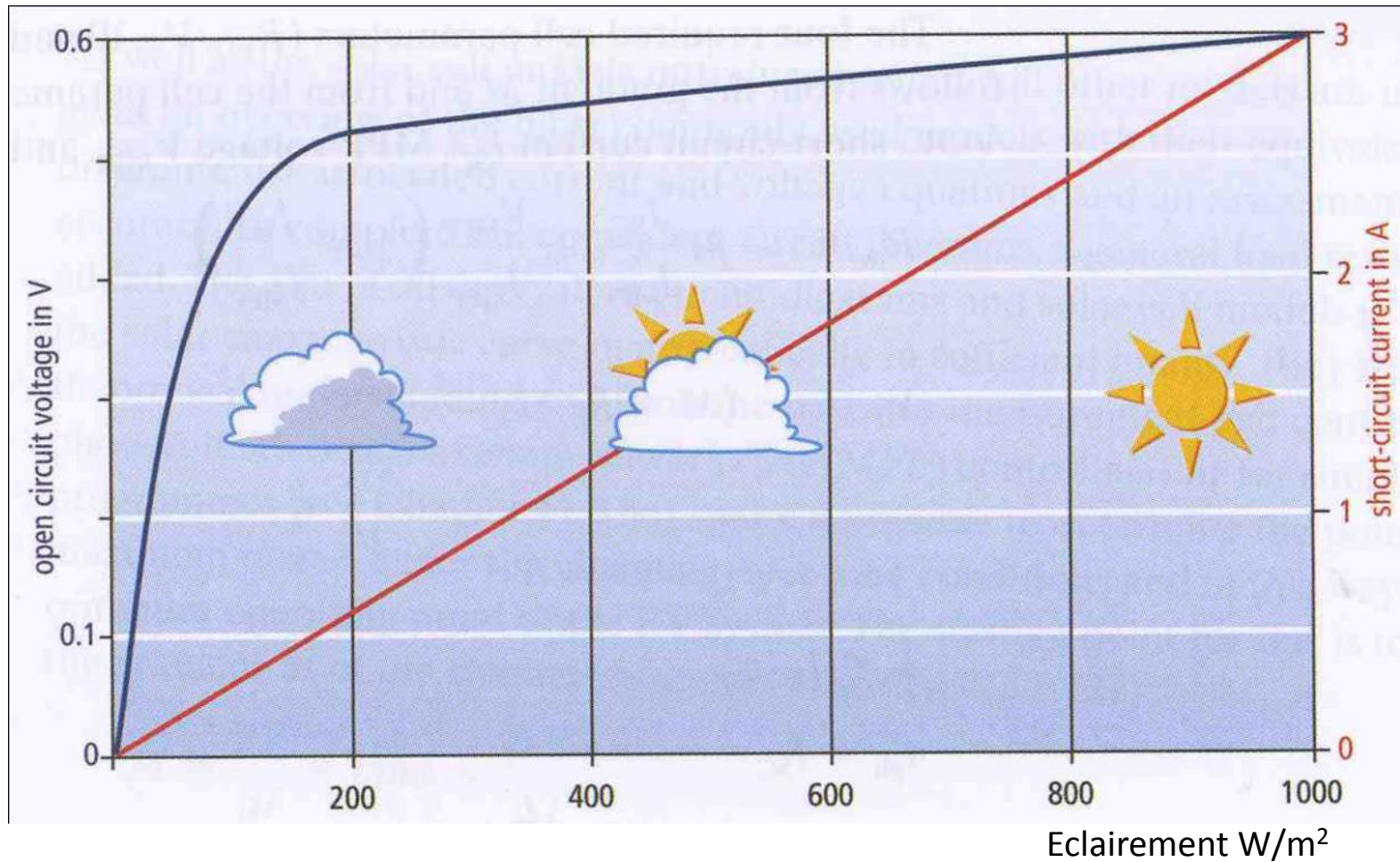
Courbes de puissance



Eclairement 1000 W/m², spectre AM 1,5, T° cellule 25°C

Caractéristiques des cellules et modules PV

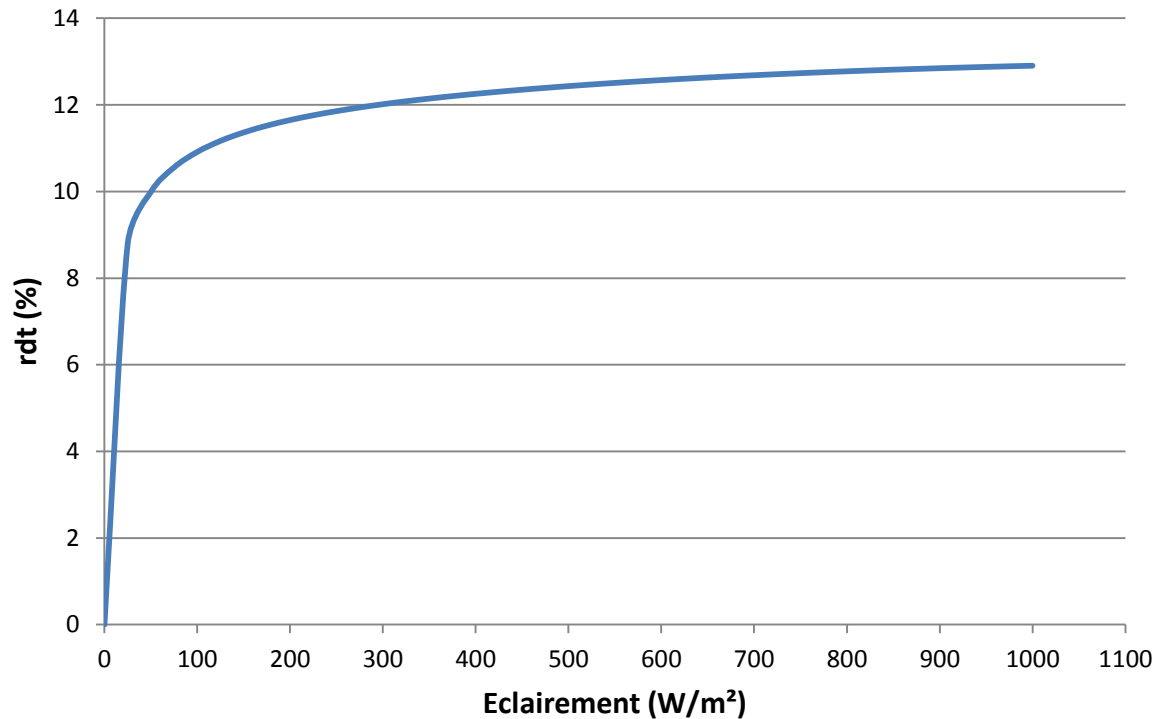
Influence de l'éclairement : Tension et intensité



Caractéristiques des cellules et modules PV

Influence de l'éclairement : Rendement

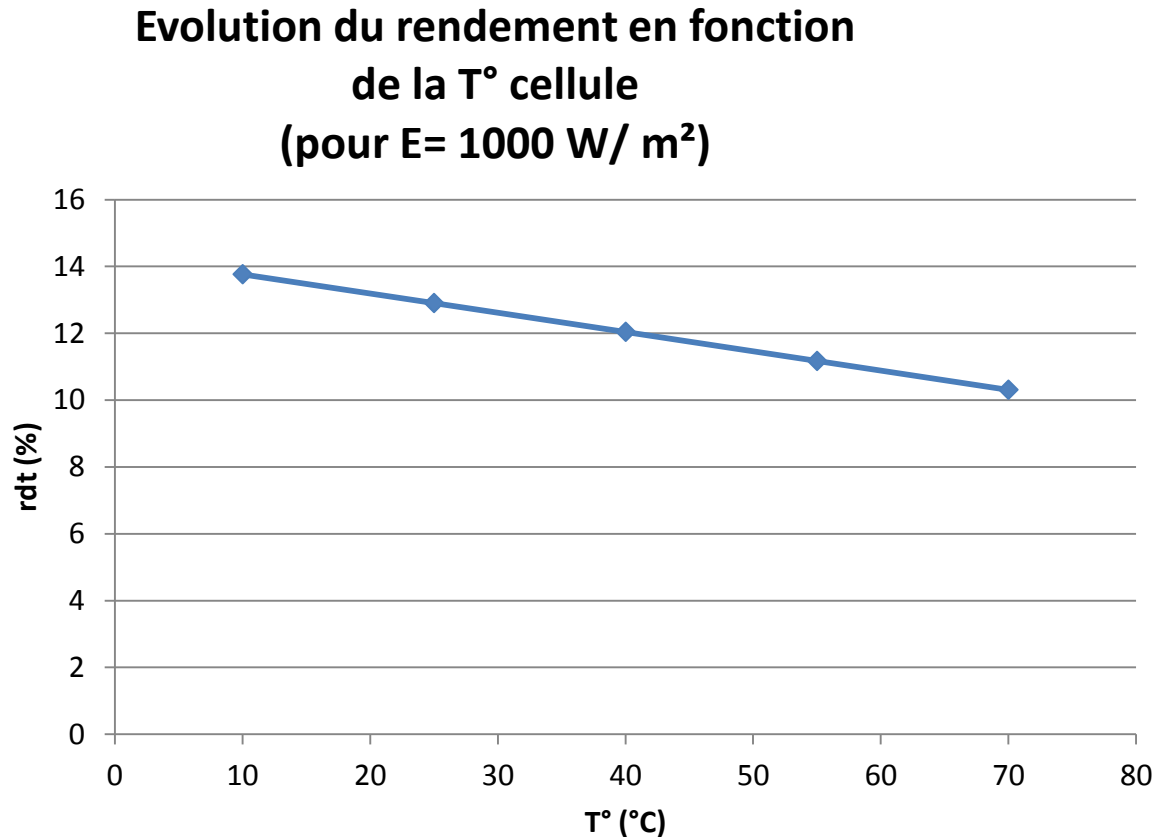
Evolution du rendement d'une cellule en fonction de l'éclairement



Cellule de module silicium multicristallin

Caractéristiques des cellules et modules PV

Influence de la température : Rendement

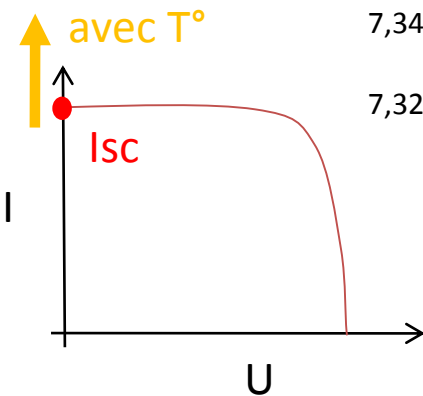
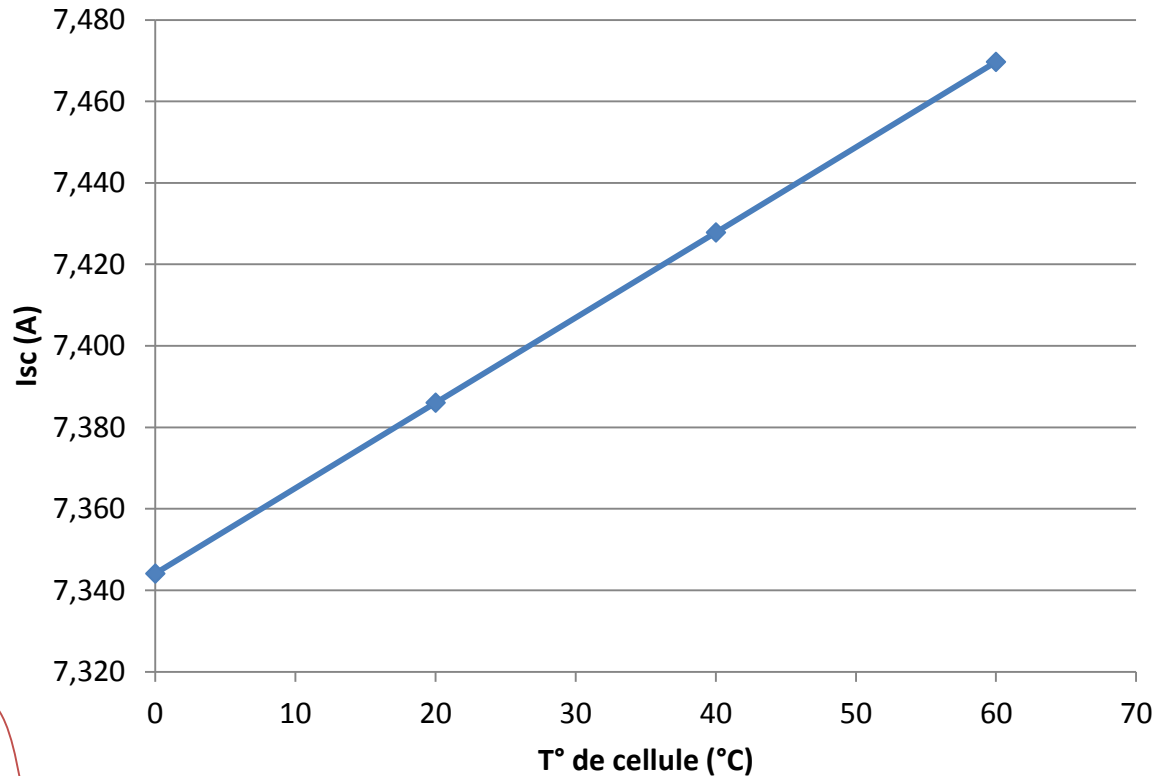


Cellule de module, silicium multicristallin

Caractéristiques des cellules et modules PV

Influence de la température : Courant de court circuit

Evolution de I_{sc} en fonction de T°

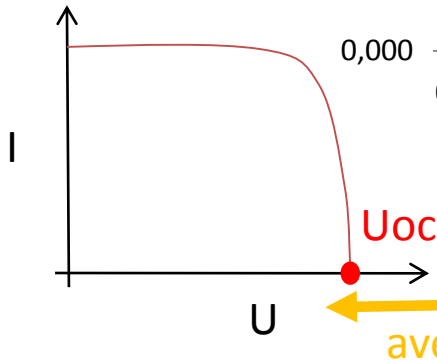
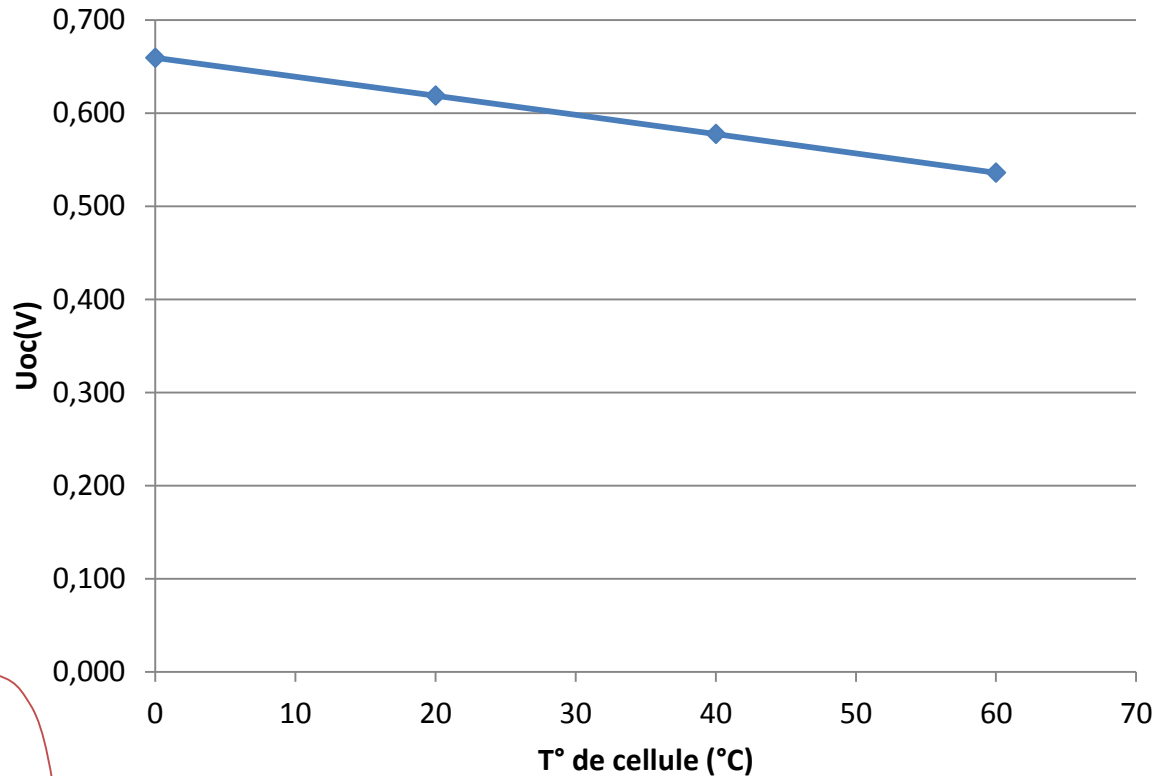


Cellule de module, silicium multicristallin :
+ 2,09 mA/ $^\circ\text{C}$

Caractéristiques des cellules et modules PV

Influence de la température : Tension à vide

Evolution de U_{oc} en fonction de T° cellule

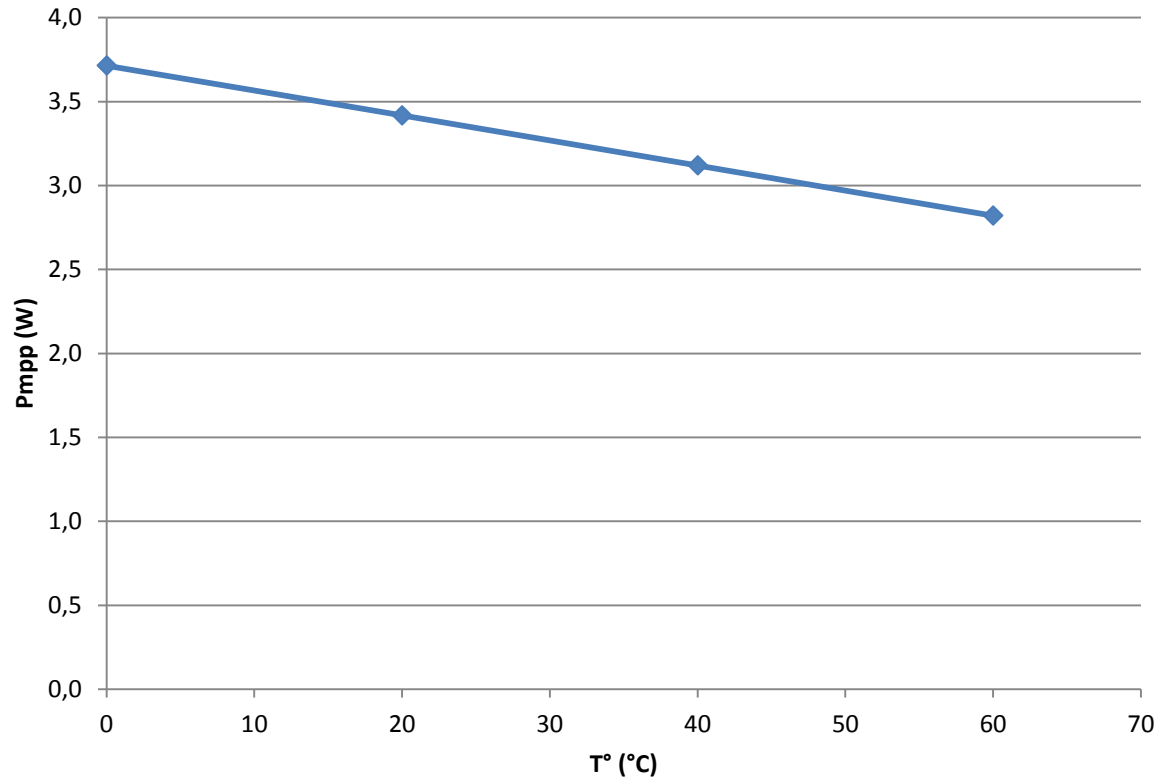


Cellule de module, silicium multicristallin :
- 2,08 mV/ $^\circ\text{C}$attention par cellule !!!!!

Caractéristiques des cellules et modules PV

Influence de la température : Puissance

Evolution de P_{mpp} en fonction de la T°



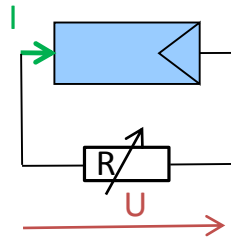
Cellule de module PW BIPV 120 Wc, silicium multicristallin :
- 0,43 %/°C

Caractéristiques des cellules et modules PV

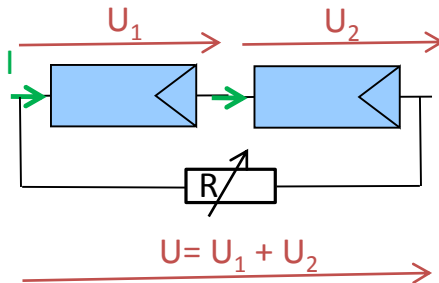
Interconnexion de cellules : Branchement en série

Schéma électrique

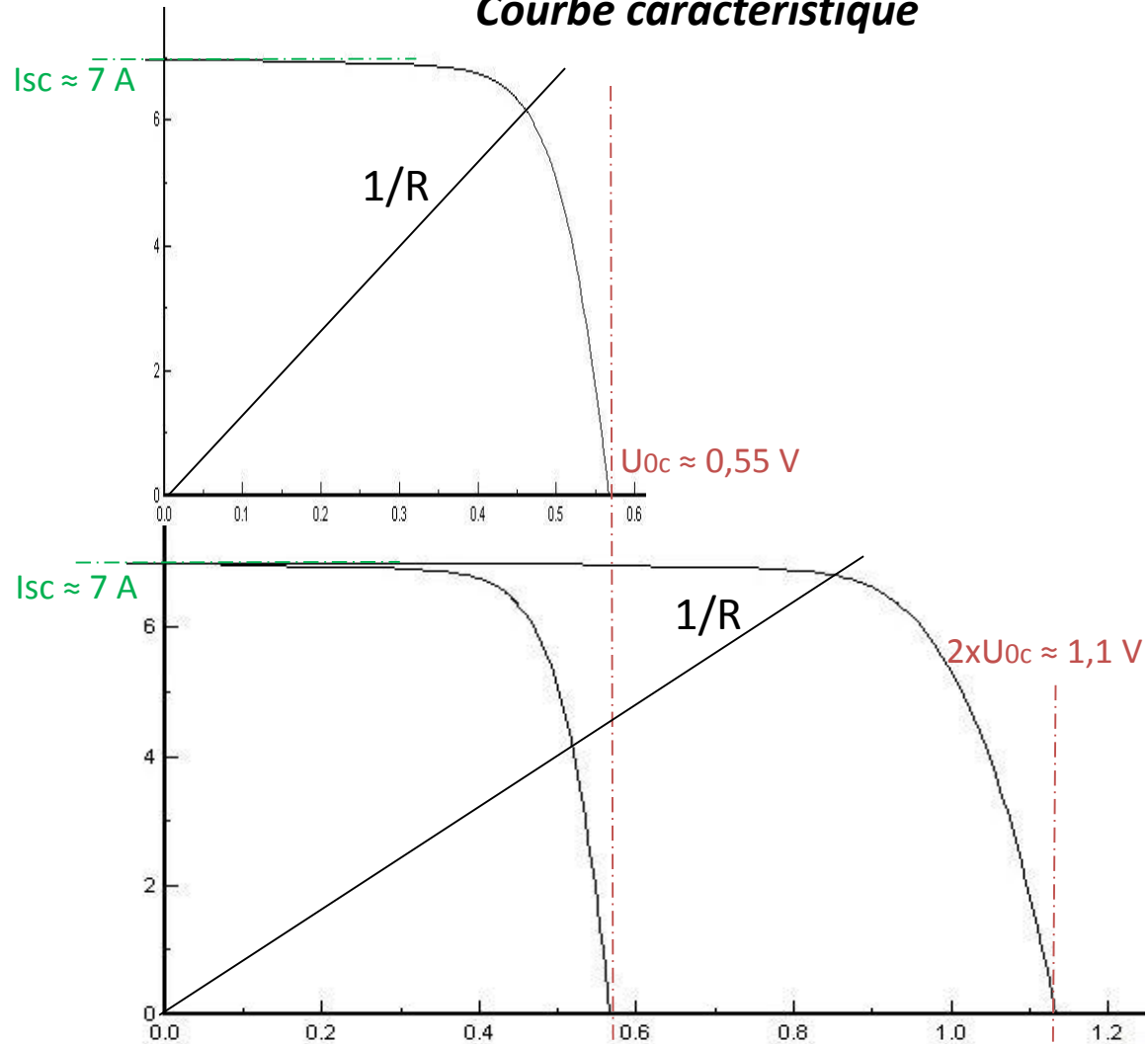
1 cellule



2 cellules en série



Courbe caractéristique

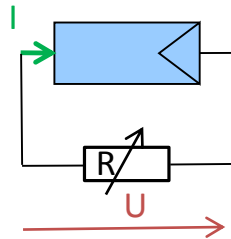


Caractéristiques des cellules et modules PV

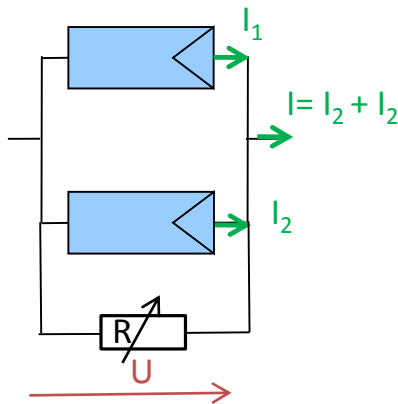
Interconnexion de cellules : Branchement en parallèle

Schéma électrique

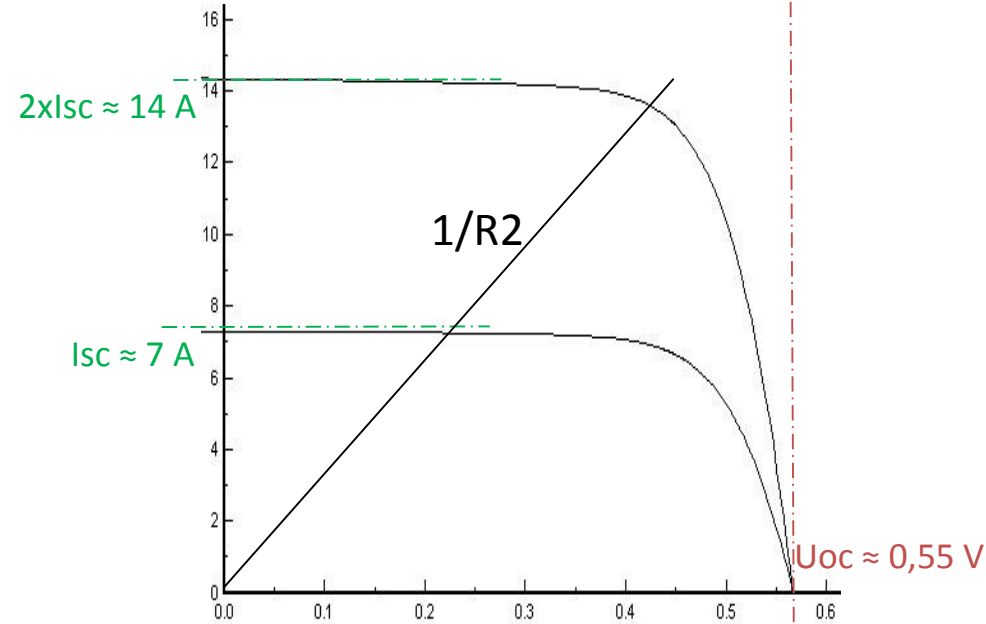
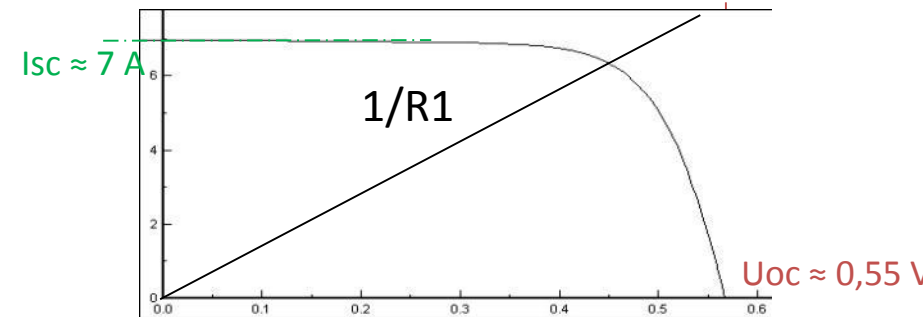
1 cellule



2 cellules en parallèle

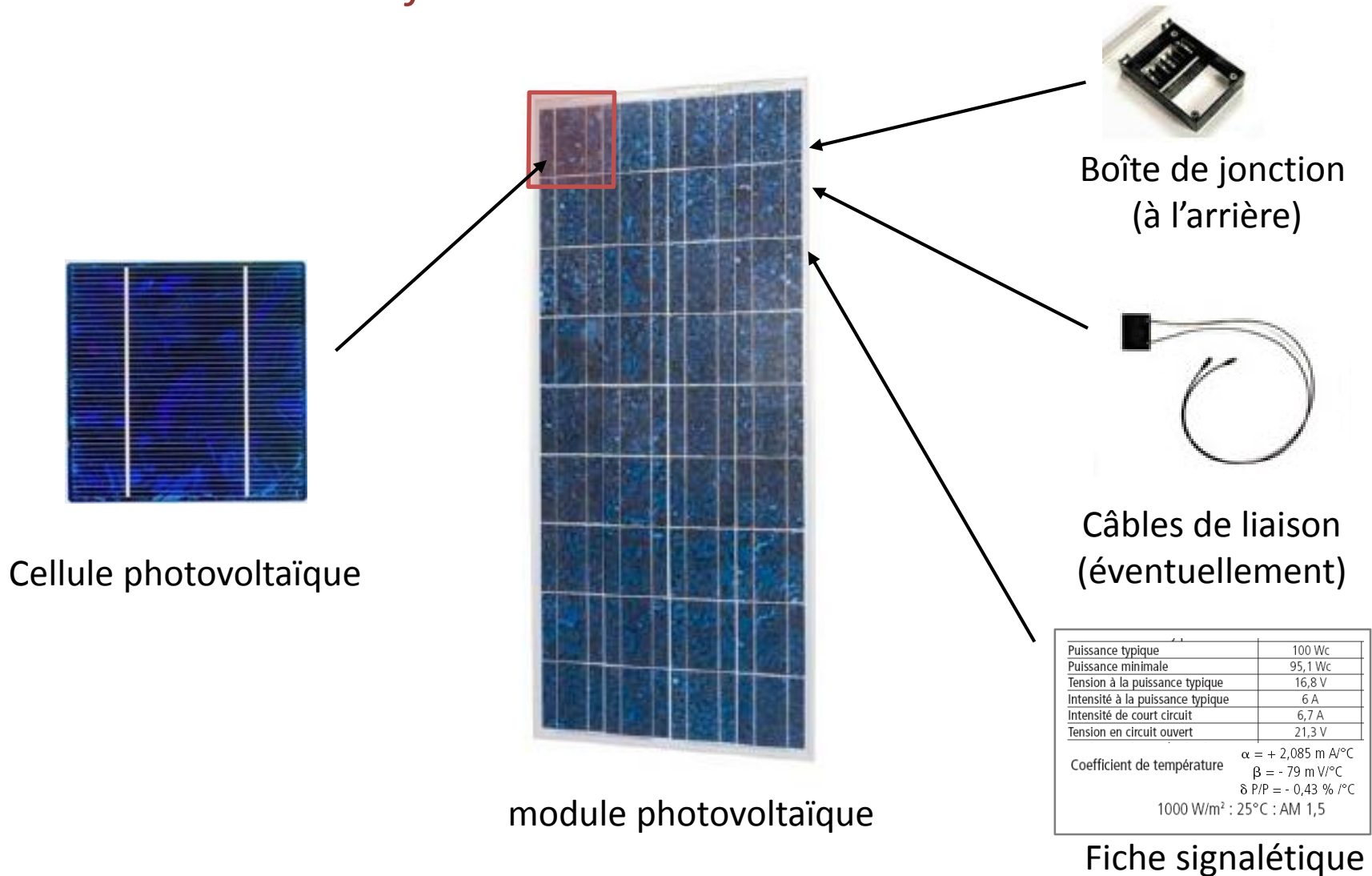


Courbe caractéristique



Caractéristiques des cellules et modules PV

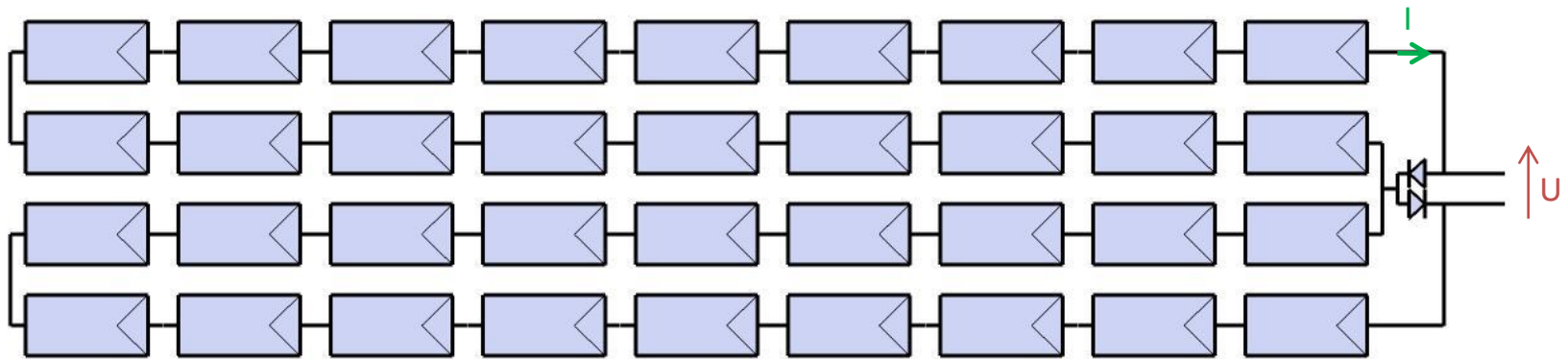
Éléments constitutifs d'un module PV



Caractéristiques des cellules et modules PV

Caractéristiques électriques : Raccordement des cellules

Exemple : 36 Cellules en série



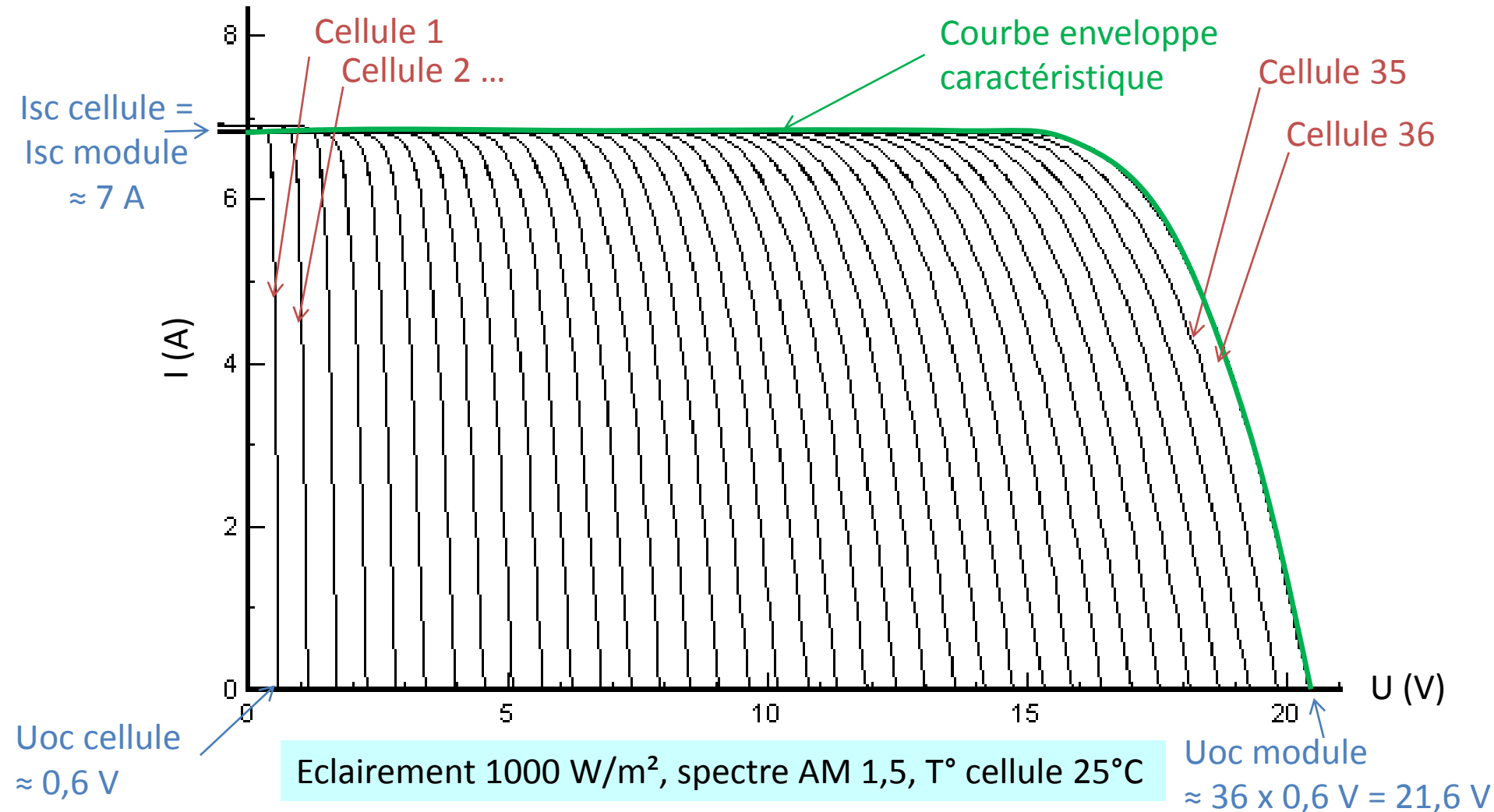
$$U_{oc} \text{ module} = 36 \times U_{oc} \text{ cellule}$$

$$I_{sc} \text{ module} = I_{sc} \text{ cellule}$$

La plupart des modules désormais
ont 60 ou 72 cellules

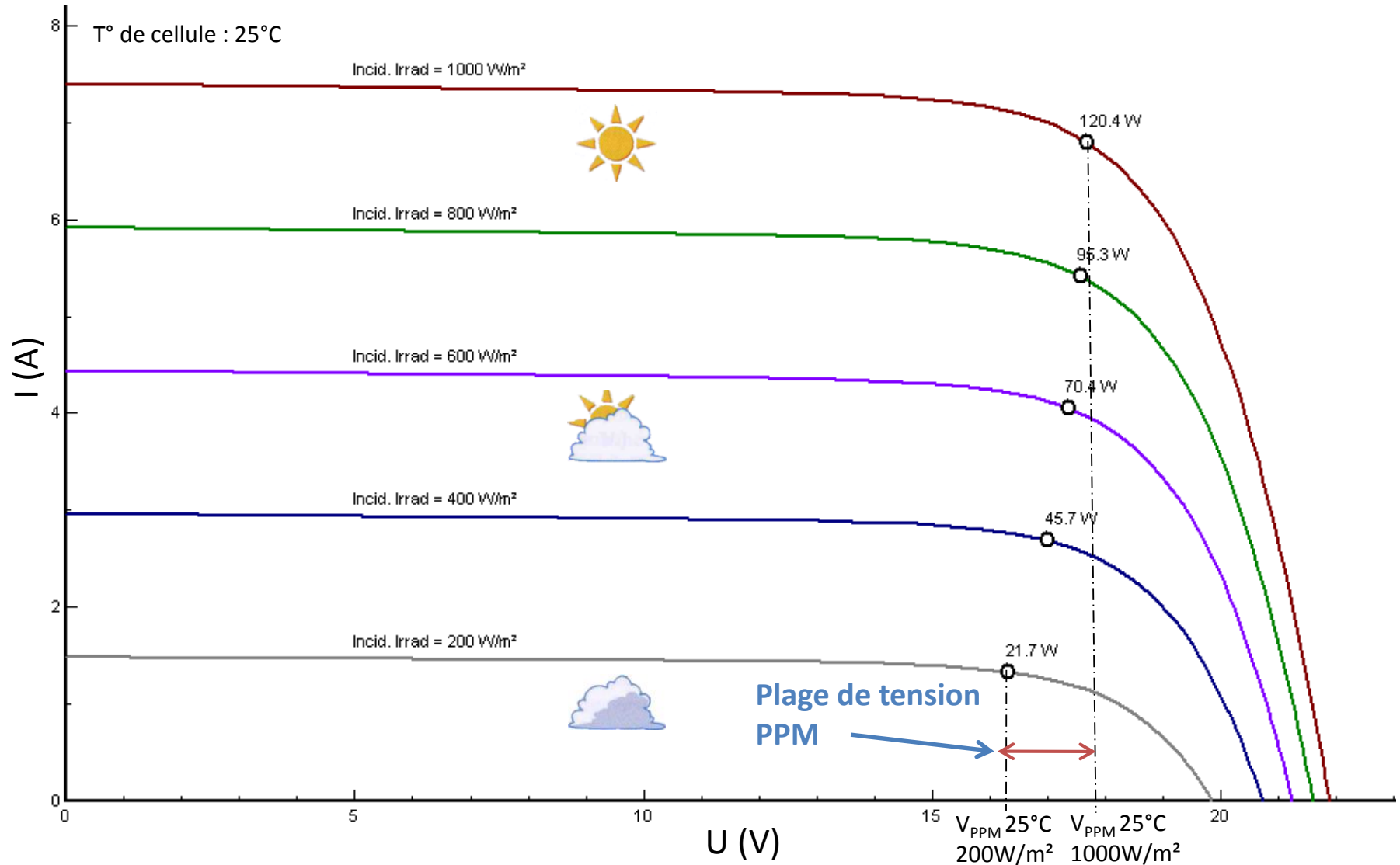
Caractéristiques des cellules et modules PV

Caractéristiques électriques : Courbe caractéristique type



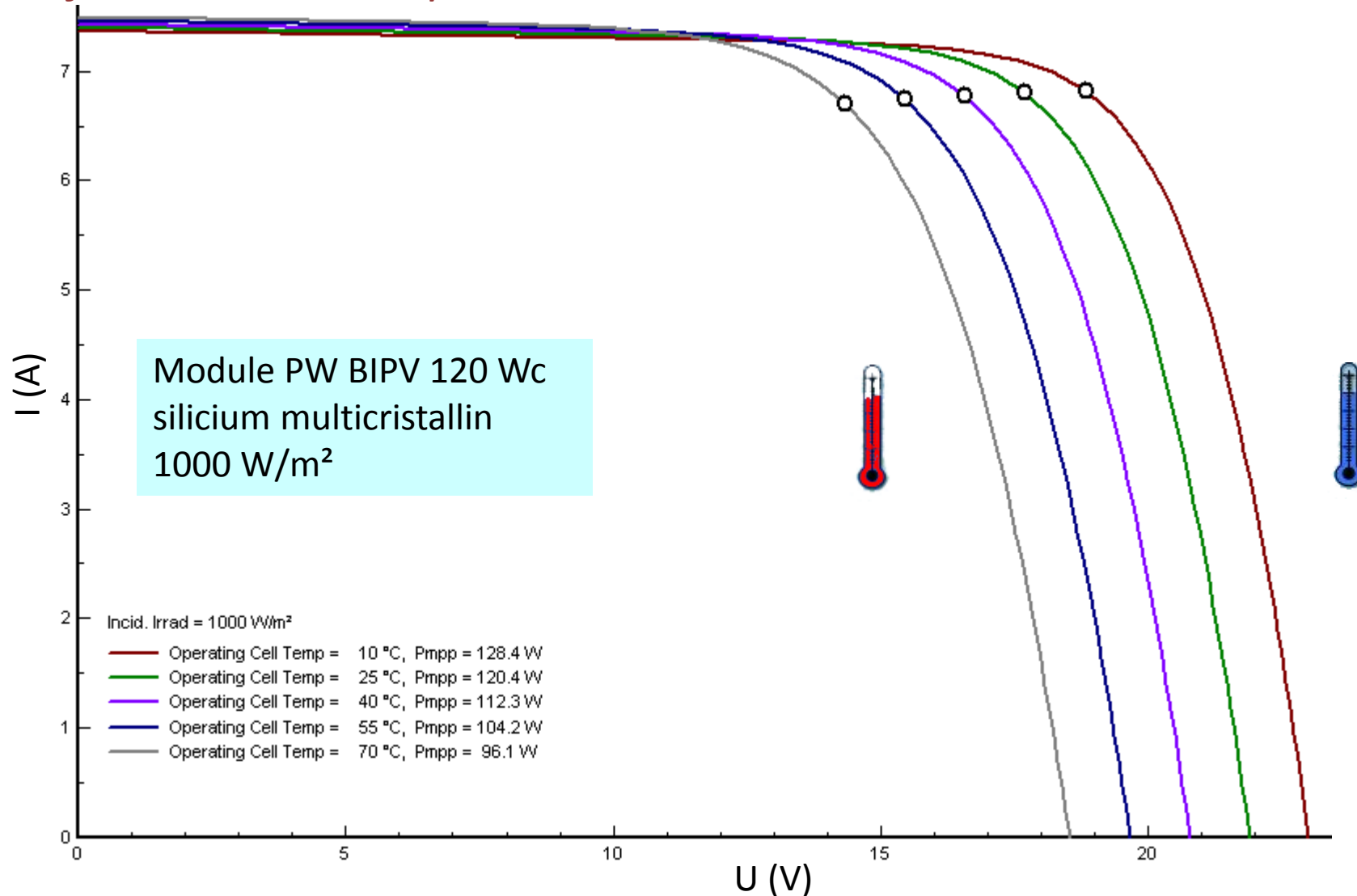
Caractéristiques des cellules et modules PV

Influence de l'éclairement (avec $T_{cell} = 25^{\circ}\text{C}$)



Caractéristiques des cellules et modules PV

Influence de la température



Caractéristiques des cellules et modules PV

Influence de la température

Caractéristiques électriques du module Photowatt BIPV 120 Wc :

Puissance typique	120 Wc
Umpp _{STC}	17,4 V
Impp _{STC}	6,9 A
Isc _{STC}	7,2 A
Uoc _{STC}	21,5 V
Coefficients de température	$\alpha = + 2,085 \text{ m A/}^\circ\text{C}$ $\beta = - 79 \text{ m V/}^\circ\text{C}$ $\delta P/P = - 0,43 \text{ \% /}^\circ\text{C}$

$$Umpp_T = Umpp_{STC} + \beta \times (T - T_{STC}) = \dots$$

$$Impp_T = Impp_{STC} + \alpha \times (T - T_{STC}) = \dots$$

$$Isc_T = Isc_{STC} + \alpha \times (T - T_{STC}) = \dots$$

$$Uoc_T = Uoc_{STC} + \beta \times (T - T_{STC}) = \dots$$

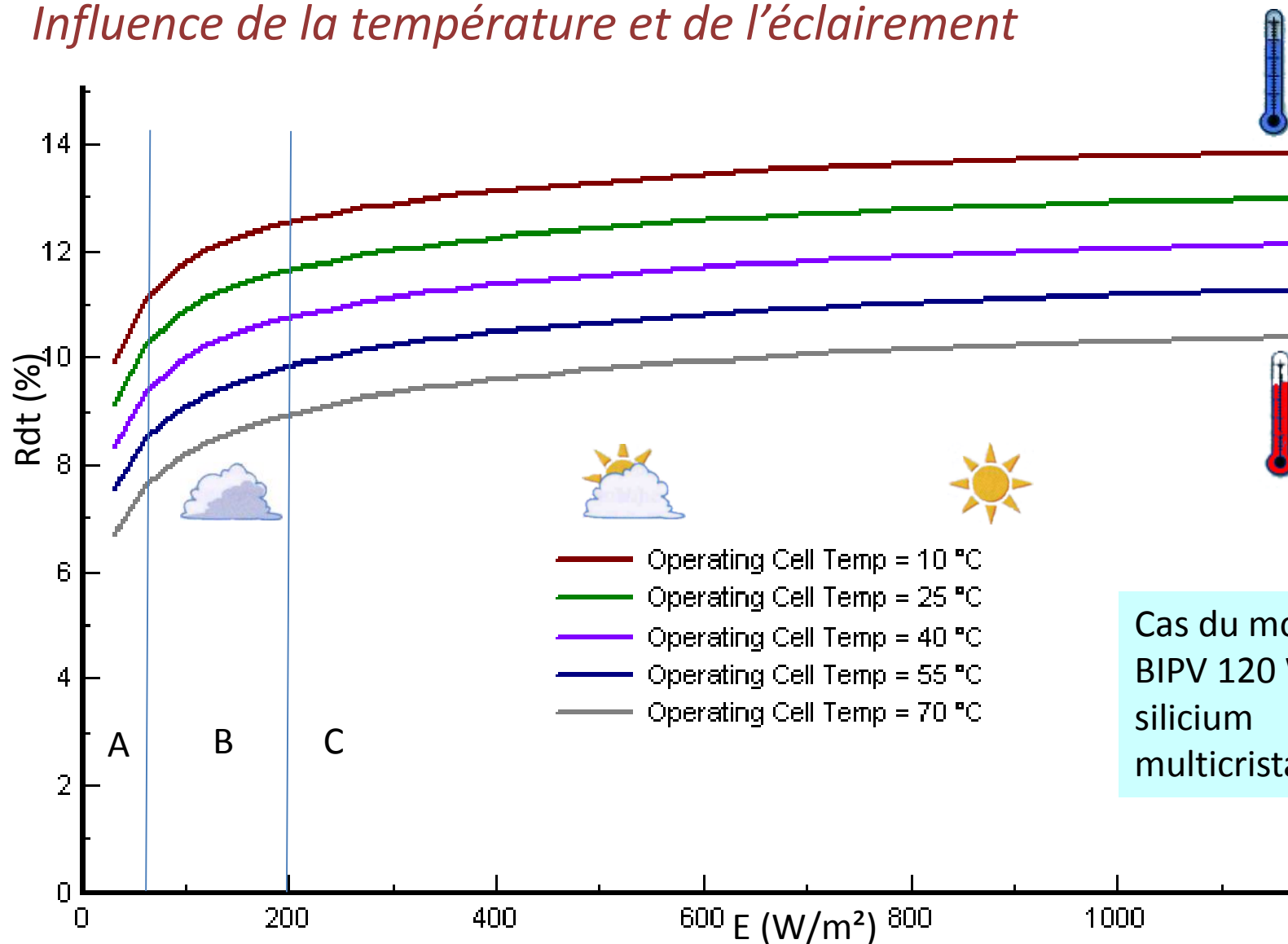
$$P_T = P_{STC} \times (1 + \delta P/P \times (T - T_{STC})) = \dots$$

Spécifications à 1000 W/m², T°cell 25°C, AM 1,5

à 1000 W/m² : AM 1,5 **T** : ?

Caractéristiques des cellules et modules PV

Influence de la température et de l'éclairement



Modules PV aujourd'hui en 2015

Module « type »



1,6 m² hors-tout / 250 à 330 Wc / mono ou polycristallin

Modules PV « type » aujourd'hui en 2015

Sunmodule[®] Plus SW 280 - 290 mono



COMPOTEMENT LORS DE CONDITIONS DE TEST STANDARD (STC*)

		SW 280	SW 285	SW 290
<i>Puissance au point de puissance maximale</i>	P_{max}	280 Wc	285 Wc	290 Wc
<i>Tension à vide</i>	U_{oc}	39,5 V	39,7 V	39,9 V
<i>Tension au point de puissance maximale</i>	U_{mpp}	31,2 V	31,3 V	31,4 V
<i>Courant de court-circuit</i>	I_{sc}	9,71 A	9,84 A	9,97 A
<i>Courant au point de puissance maximale</i>	I_{mpp}	9,07 A	9,20 A	9,33 A
<i>Rendement du module</i>	η_m	16,7 %	17 %	17,3 %

Tolérance sur la mesure de puissance (P_{max}) attribuée par TÜV Rheinland : +/- 2 % (TÜV Power controlled)

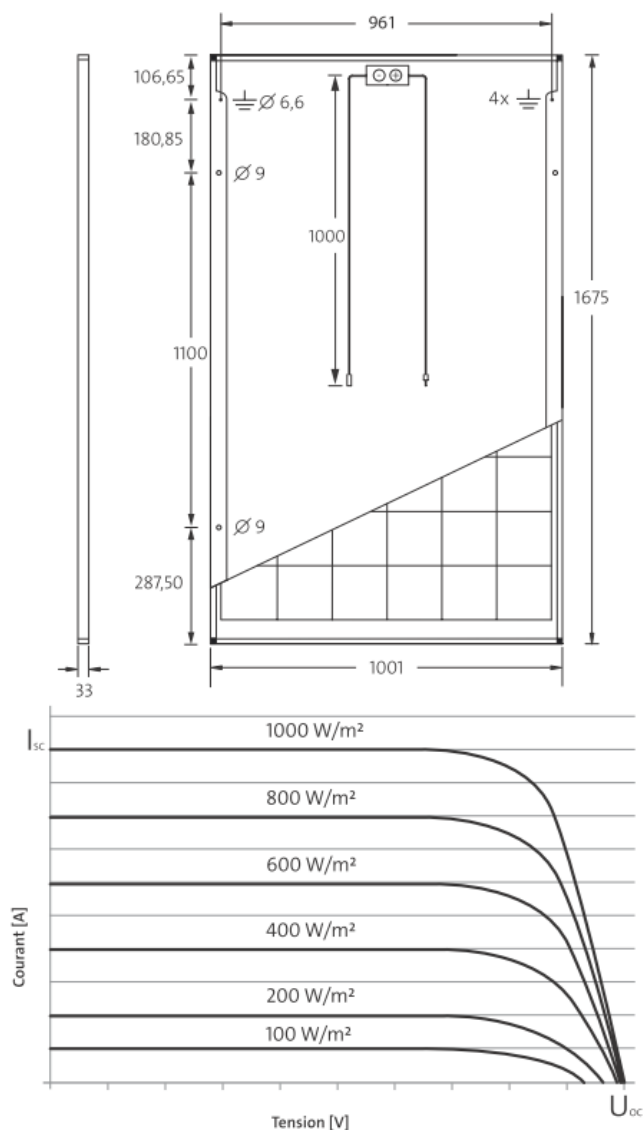
*STC : 1000W/m², 25 °C, AM 1.5

COMPOTEMENT À 800W/m², NOCT, AM 1.5

		SW 280	SW 285	SW 290
<i>Puissance au point de puissance maximale</i>	P_{max}	209,2 Wc	213,1 Wc	217,1 Wc
<i>Tension à vide</i>	U_{oc}	36,1 V	36,4 V	36,6 V
<i>Tension au point de puissance maximale</i>	U_{mpp}	28,5 V	28,7 V	28,8 V
<i>Courant de court-circuit</i>	I_{sc}	7,85 A	7,96 A	8,06 A
<i>Courant au point de puissance maximale</i>	I_{mpp}	7,33 A	7,43 A	7,54 A

Faible réduction du rendement en conditions de charge partielle à 25 °C : à 200 W/m², la puissance est égale à 100 % (+/- 2 %) de la puissance en condition STC.

Modules PV « type » aujourd'hui en 2015



MATÉRIAUX UTILISÉS

Cellules par panneau solaire	60
Type de cellules	Monocrystallin
Dimensions des cellules	156 mm x 156 mm
Face avant	Verre de sécurité trempé (EN 12150)
Face arrière	Film blanc
Encadrement	Aluminium argent anodisé
Boîte de jonction	IP65
Connecteur	H4

DIMENSIONS

Longueur	1675 mm
Largeur	1001 mm
Épaisseur	33 mm
Poids	18,0 kg

CARACTÉRISTIQUES THERMIQUES

NOCT	46 °C
TK I _{sc}	0,040 %/K
TK U _{oc}	-0,30 %/K
TK P _{mp}	-0,41 %/K

CARACTÉRISTIQUES POUR UNE INTÉGRATION OPTIMALE

Classification de puissance	-0 Wc / +5 Wc
Tension de système maximale classe II	1000 V
Valeurs limites de courant inverse	25 A
Lestage/charge dynamique	5,4 / 2,4 kN/m²
Nombre de diode bypass	3
Température d'exploitation admissible	-40 °C à +85 °C



Cellules et modules photovoltaïques

Résumé

- Un module PV est un assemblage de cellules PV reliées en série (et quelque fois parallèle), protégées des agressions extérieures
- Une cellule PV possède une caractéristique électrique similaire à celle d'une diode (jonction p-n)
- Caractéristiques électriques d'un module PV dépendent principalement :
 - Du nombre de cellule connectées en série / parallèle
 - De la taille des cellules
- Caractéristiques de fonctionnement d'une cellule / module dépendent principalement :
 - De l'éclairement
 - De la température
 - Du point de fonctionnement

Cellules et modules photovoltaïques

Résumé : utiles pour les réceptions

- Il faut vérifier :
 - Plaque signalétique (faire attention à Tension maximum de système, en général 1000 V)
 - Noter les points de fixation des modules (1/4-1/2-1/4)
 - Prendre une photo de la plaque signalétique : noter I_{mpp} , V_{mpp} , U_{oc} , I_{sc} , P_c
 - Décoloration éventuelle de cellules
 - **Mesure et évaluation de U_{oc} ou U chaîne toujours en tenant compte de la chute de tension liée à la température**
 - **Mesure et évaluation de I chaîne toujours en tenant compte de l'éclairement**

Cellules et modules photovoltaïques

Sources et références

- Alliance Soleil sarl, France
- Planning and installing photovoltaic systems, earthscan
- Le photovoltaïque pour tous, manuel de conception et réalisation d'installations, Observer / Solarpraxis
- Wikipedia
- Doc fabricants